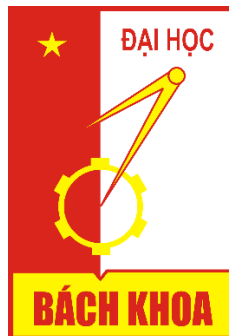


ĐẠI HỌC BÁCH KHOA HÀ NỘI
TRƯỜNG ĐIỆN - ĐIỆN TỬ

----- ∞  ∞ -----



BÁO CÁO BÀI TẬP LỚN
ĐIỆN TỬ TƯƠNG TỰ II

Đề tài: Phần mềm phối hợp trở kháng mạch L, T, Pi

Mã lớp học: 150111
Giảng viên: TS. Nguyễn Nam Phong
Sinh Viên: Chu Quang Khải
MSSV: 20210457

Hà Nội, tháng 4 năm 2024

MỤC LỤC

MỤC LỤC	2
CHƯƠNG I. TỔNG QUAN VỀ ĐỀ TÀI	3
I.1. Xác định yêu cầu.....	3
I.2. Tổng quan về phối hợp trở kháng.....	3
I.2.1. Mục đích của phối hợp trở kháng.....	3
I.2.2. Ứng dụng của phối hợp trở kháng.....	3
I.2.3. Các loại mạch phối hợp trở kháng.....	4
CHƯƠNG II. XÂY DỰNG PHẦN MỀM	9
II.1. Các công cụ sử dụng	9
II.1.1. Ngôn ngữ lập trình C++	10
II.1.2. Phần mềm Qt Creator	10
II.2. Thiết kế phần mềm	10
KẾT LUẬN	13

CHƯƠNG I. TỔNG QUAN VỀ ĐỀ TÀI

I.1. Xác định yêu cầu

Viết phần mềm thực hiện tính toán mạch phối hợp trở kháng. Người dùng lựa chọn các loại mạch phối hợp trở kháng (L, Pi, T), Cấu hình của mạch (DC feed, block) và nhập các giá trị Zin, RL, f, Q. Phần mềm vẽ mạch tương ứng và hiển thị các giá trị linh kiện đã tính toán.

I.2. Tổng quan về phối hợp trở kháng

I.2.1. Mục đích của phối hợp trở kháng

- Tối ưu hóa công suất đường truyền: Tối đa hóa việc truyền điện từ nguồn và tải. Hầu hết các bộ khuếch đại có điện kháng đầu vào và phần điện trở nhỏ.

- Thiết kế bộ tạo nhiễu: Xây dựng bộ khuếch đại bổ sung ít nhất lượng nhiễu của tín hiệu trong khi thực hiện khuếch đại. Điều này phụ thuộc vào trở kháng nguồn, vì vậy sẽ cần biến đổi nguồn.

- Tối thiểu hóa sự phản xạ trên đường truyền: Nguyên nhân phản xạ tán sắc / nhiễu giữa các ký hiệu (“bóng ma” trong TV analog), và dẫn đến trở kháng đầu vào khá nhạy cảm khi nhìn vào đường truyền (thay đổi theo khoảng cách).

- Tối ưu hiệu năng: Bộ khuếch đại công suất đạt mức hiệu quả tối đa khi sử dụng dao động điện áp lớn nhất có thể ở nút công (bộ thu), yêu cầu khớp tải với giá trị thỏa mãn các điều kiện về công suất tải và phụ tải.

- Cải thiện tỉ số Tín hiệu/ tạp âm(SNR) của hệ thống

I.2.2. Ứng dụng của phối hợp trở kháng

- Bộ lọc tín hiệu: Các mạch phối hợp trở kháng hình Pi, T được sử dụng để thiết kế bộ lọc tín hiệu, như bộ lọc thông thấp, bộ lọc thông cao và bộ lọc thông dải.

- Máy truyền thông: Trong hệ thống truyền thông, phối hợp trở kháng hình Pi, T có thể được sử dụng để điều chỉnh đặc tính của tín hiệu truyền.

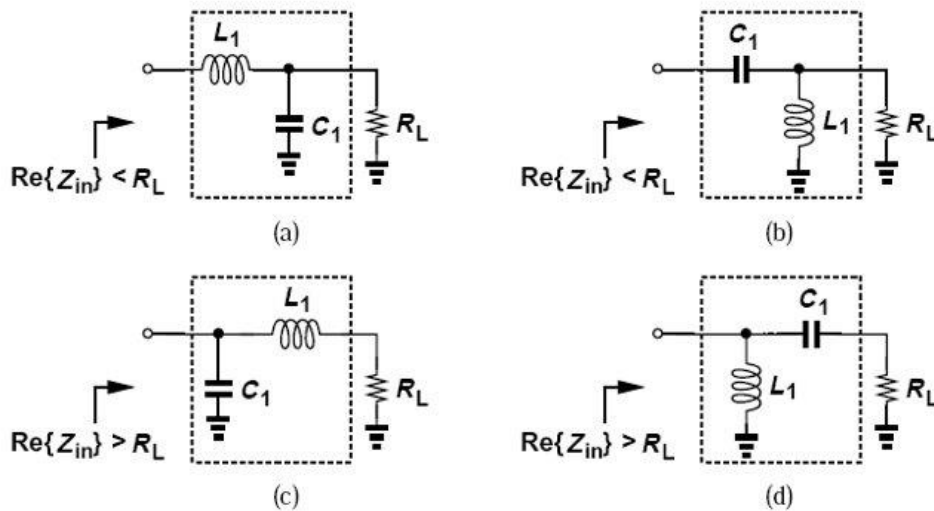
- Bộ khuếch đại tín hiệu: Các mạch phối hợp trở kháng cũng thường được sử dụng trong bộ khuếch đại tín hiệu, giúp tăng cường hoặc giảm độ lớn của tín hiệu.

- Bộ chia tín hiệu: Chúng cũng được sử dụng trong các bộ chia tín hiệu để chia tín hiệu điều chỉnh thành các phân tương ứng.

- Ứng dụng trong các mạch điện tử công suất cao: Phối hợp trở kháng hình Pi, T thường được sử dụng trong các mạch điện tử công suất cao, như mạch biến tần và mạch điều khiển motor.

I.2.3. Các loại mạch phối hợp trở kháng

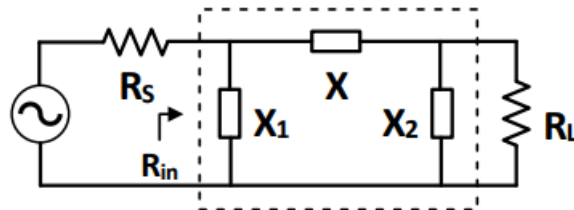
- Mạch phối hợp trở kháng hình L



Hình 1: Các mô hình mạch L

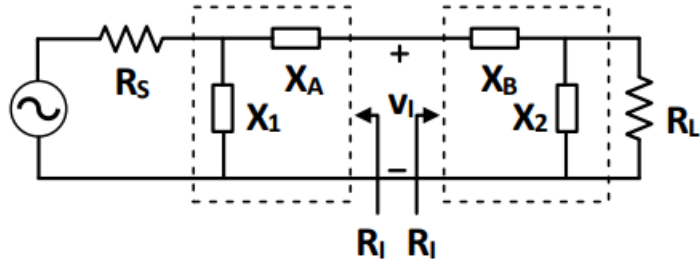
Với mạch chữ L, khi trở kháng vào và trở kháng tải xác định thì hệ số phẩm chất Q của mạch cũng xác định, tức ta không thể tùy ý chọn được giá trị Q. Để khắc phục điều này ta sẽ sử dụng mạch phối hợp trở kháng 3 phần tử là mạch Pi và mạch T.

- Mạch phối hợp trở kháng hình Pi



Hình 1: Mạch hình Pi

Tách ra làm 2 mạch chữ L, ta có:

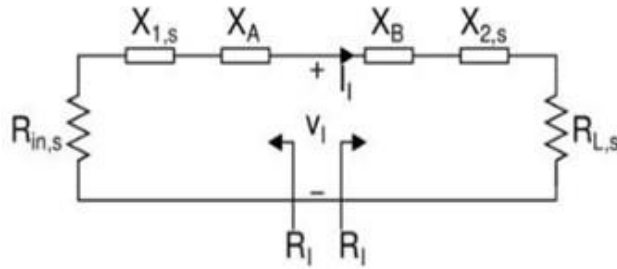


Hình 2: Mạch hình Pi sau khi tách làm 2 mạch chữ L

Ta có:

$$Q_1 = \frac{R_{in}}{X_1}; Q_2 = \frac{R_L}{X_2}$$

Biến đổi mạch sang dạng nối tiếp tương đương, ta có:



Hình 3: Mạch nối tiếp tương đương

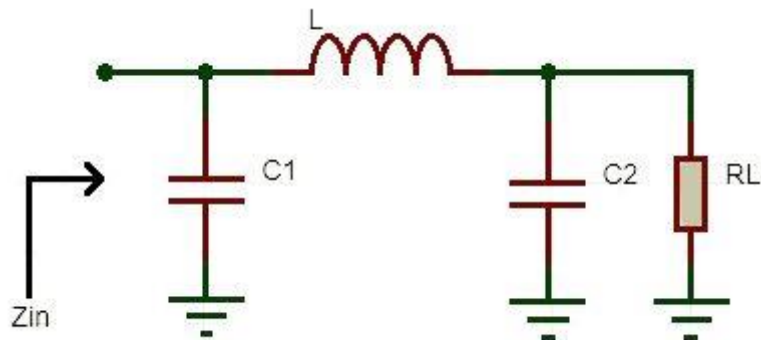
$$Q_1 = \frac{X_A}{R_I}; Q_2 = \frac{X_B}{R_I}$$

$$R_{in,s} = R_I = \frac{R_{in}}{Q_1^2 + 1}; R_{L,s} = R_I = \frac{R_L}{Q_2^2 + 1}$$

$$\text{Mà } Q = Q_1 + Q_2$$

$$\Rightarrow Q = \sqrt{\frac{R_{in}}{R_I} - 1} + \sqrt{\frac{R_L}{R_I} - 1}$$

- Mạch phối hợp trở kháng low-pass hình Pi



Hình 4: Mạch Pi DC feed

Ta có:

$$Q_1 = \frac{R_{in}}{X_1} = R_{in} \omega C_1 \Rightarrow C_1 = \frac{Q_1}{\omega R_{in}}$$

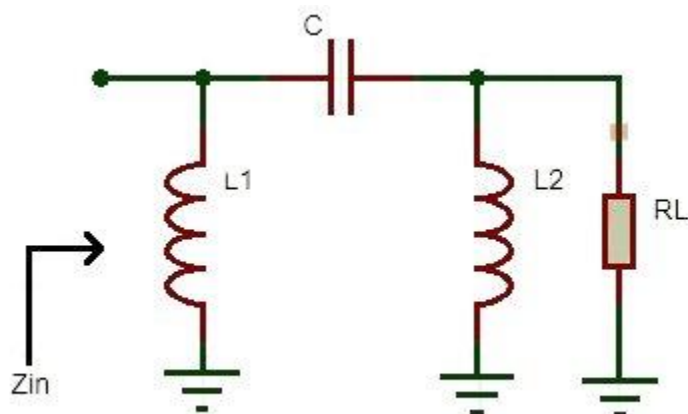
$$Q_2 = \frac{R_L}{X_2} = R_L \omega C_2 \Rightarrow C_2 = \frac{Q_2}{\omega R_L}$$

$$\text{Với } X_A = \frac{1}{\omega C_1} \text{ và } X_B = \frac{1}{\omega C_2}$$

$$\text{Vì } X_A = \omega L_1 \text{ và } X_B = \omega L_2 \text{ nên } Q_1 = \frac{X_A}{R_I} = \frac{\omega L_1}{R_I}; Q_2 = \frac{X_B}{R_I} = \frac{\omega L_2}{R_I}$$

$$\Rightarrow L = L_1 + L_2 = \frac{R_I(Q_1 + Q_2)}{\omega}$$

- Mạch phối hợp trở kháng high-pass hình Pi



Hình 5: Mạch Pi DC block

Ta có:

$$Q_1 = \frac{R_{in}}{X_1} = \frac{R_{in}}{\omega L_1}; Q_2 = \frac{R_L}{X_2} = \frac{R_L}{\omega L_2}$$

$$\Rightarrow L_1 = \frac{R_{in}}{\omega Q_1}; L_2 = \frac{R_L}{\omega Q_2}$$

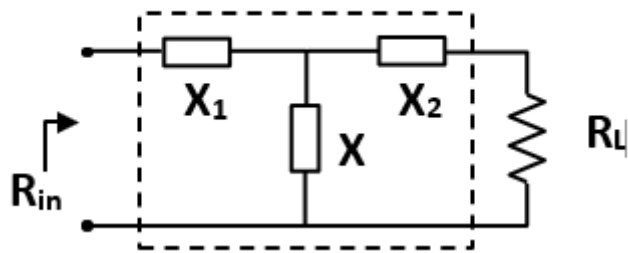
Với $X_A = \frac{1}{\omega C_1}$ và $X_B = \frac{1}{\omega C_2}$ ta có:

$$Q_1 = \frac{X_A}{R_I} = \frac{1}{\omega C_1 R_I}; Q_2 = \frac{X_B}{R_I} = \frac{1}{\omega C_2 R_I}$$

$$\Rightarrow C_1 = \frac{1}{\omega R_I Q_1}; C_2 = \frac{1}{\omega R_I Q_2}$$

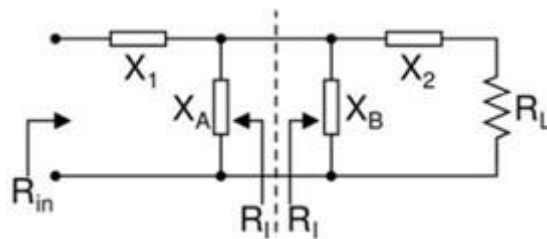
$$\Rightarrow C = C_1 + C_2 = \frac{1}{\omega R_I Q_1} + \frac{1}{\omega R_I Q_2} = \frac{1}{\omega R_I} \left(\frac{1}{Q_1} + \frac{1}{Q_2} \right)$$

- Mạch phối hợp trở kháng hình T



Hình 6: Mạch hình T

Tách mạch ra làm 2 mạch chữ L, ta có:

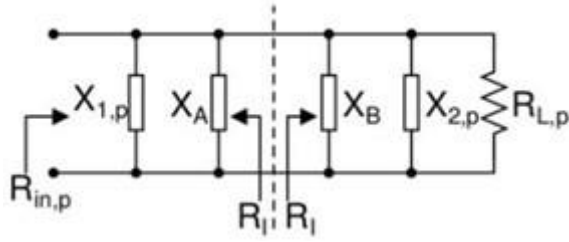


Hình 7: Mạch hình T sau khi tách làm 2 mạch chữ L

Ta có:

$$Q_1 = \frac{X_1}{R_{in}}; Q_2 = \frac{X_2}{R_L}$$

Biến đổi mạch sang dạng song song, ta có:



Hình 8: Mạch song song tương đương

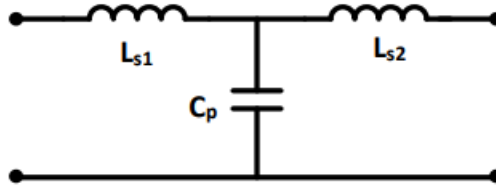
$$Q_1 = \frac{R_I}{X_A} ; Q_2 = \frac{R_I}{X_B}$$

$$R_{in,p} = R_I = R_{in}(1 + Q_1^2) ; R_{L,p} = R_I = R_L(1 + Q_1^2)$$

$$Q_1 = \sqrt{\frac{R_I}{R_{in}} - 1} ; Q_2 = \sqrt{\frac{R_I}{R_L} - 1}$$

$$\Rightarrow Q = Q_1 + Q_2 = \sqrt{\frac{R_I}{R_{in}} - 1} + \sqrt{\frac{R_I}{R_L} - 1}$$

- Mạch phối hợp trở kháng low-pass hình T



Hình 9: Mạch T DC feed

Ta có: $X_1 = \omega L_1$; $X_2 = \omega L_2$

$$Q_1 = \frac{X_1}{R_{in}} = \frac{\omega L_1}{R_{in}}$$

$$Q_2 = \frac{X_2}{R_L} = \frac{\omega L_2}{R_L}$$

$$\Rightarrow L_1 = \frac{Q_1 R_{in}}{\omega} ; L_2 = \frac{Q_2 R_L}{\omega}$$

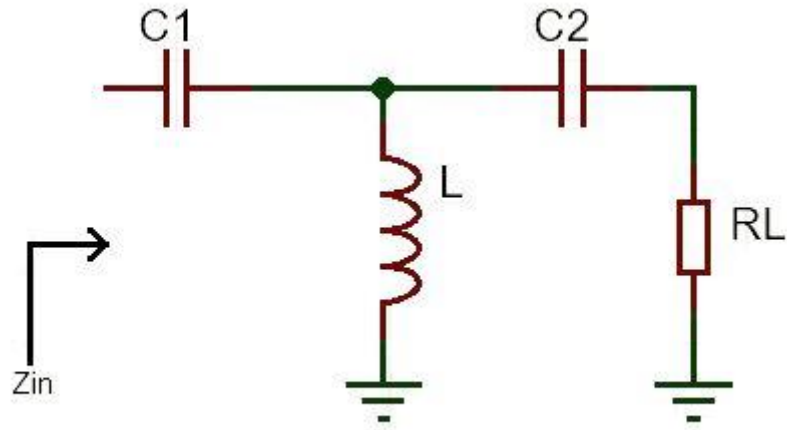
Tụ C_p được chia thành 2 tụ C_A và C_B tương ứng có $X_A = \frac{1}{\omega C_A}$ và $X_B = \frac{1}{\omega C_B}$

$$Q_1 = \frac{R_1}{X_A} = R_1 \omega C_A \Rightarrow C_A = \frac{Q_1}{R_1 \omega}$$

$$Q_2 = \frac{R_1}{X_B} = R_1 \omega C_B \Rightarrow C_B = \frac{Q_2}{R_1 \omega}$$

$$\Rightarrow C = C_A + C_B = \frac{Q_1}{R_I \omega} + \frac{Q_2}{R_I \omega} = \frac{Q_1 + Q_2}{R_I \omega}$$

- Mạch phối hợp trở kháng high-pass hình T



Hình 10: Mạch T DC block

Ta có: $X_A = \frac{1}{\omega C_1}$ và $X_B = \frac{1}{\omega C_2}$

$$Q_1 = \frac{X_1}{R_{in}} = \frac{1}{\omega C_1 R_{in}}; Q_2 = \frac{X_2}{R_L} = \frac{1}{\omega C_2 R_L}$$

$$\Rightarrow C_1 = \frac{1}{\omega R_{in} Q_1}; C_2 = \frac{1}{\omega R_L Q_2}$$

Cuộn cảm L_p được chia thành hai cuộn cảm L_A và L_B với $X_A = \omega L_A$; $X_B = \omega L_B$ nên ta có:

$$Q_1 = \frac{R_I}{x_A} = \frac{R_I}{\omega L_A}; Q_2 = \frac{R_I}{x_B} = \frac{R_I}{\omega L_B}$$

$$\Rightarrow L_A = \frac{R_I}{\omega Q_1}; L_B = \frac{R_I}{\omega Q_2}$$

$$\text{Mà } \frac{1}{L} = \frac{1}{L_A} + \frac{1}{L_B} \Rightarrow L = \frac{R_I \omega}{Q_1 + Q_2}$$

CHƯƠNG II. XÂY DỰNG PHẦN MỀM

II.1. Các công cụ sử dụng

Trong đề tài này, em thiết kế phần mềm hoạt động trên máy tính bằng ngôn ngữ C++ và môi trường phát triển tích hợp QT Creator

II.1.1. Ngôn ngữ lập trình C++

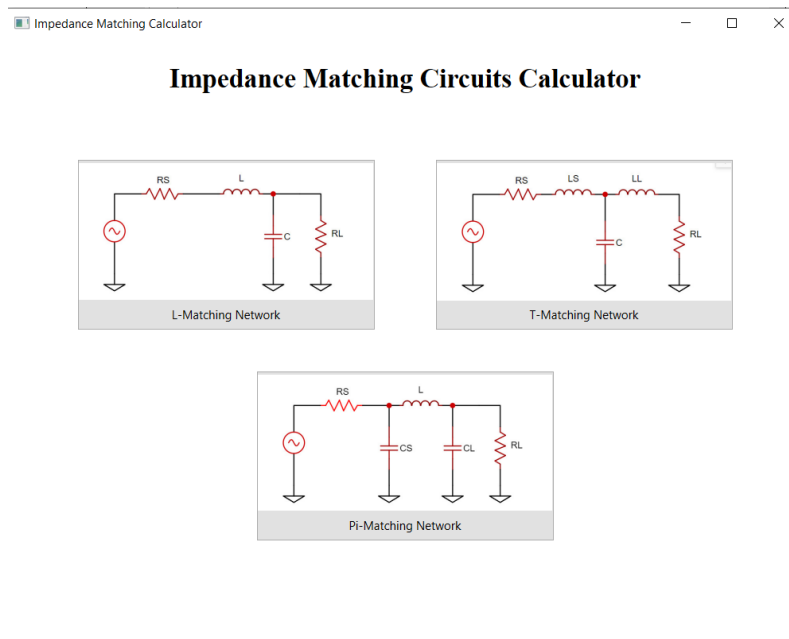
C++ là một ngôn ngữ lập trình phổ biến, hiệu quả và linh hoạt, được sử dụng rộng rãi trong nhiều lĩnh vực, từ phát triển phần mềm hệ thống cho đến trò chơi máy tính và ứng dụng đồ họa. Trong dự án này, C++ đã được sử dụng để phát triển một phần mềm tính toán các mạch phối hợp trở kháng. C++ hỗ trợ cả lập trình hướng đối tượng và lập trình thủ tục, cho phép các nhà phát triển tạo ra các giải pháp phức tạp và hiệu quả.

II.1.2. Phần mềm Qt Creator

Qt Creator là một môi trường phát triển tích hợp (IDE) đa nền tảng, được thiết kế đặc biệt để làm việc với ngôn ngữ lập trình C++ và thư viện Qt. Trong dự án này, Qt Creator đã được sử dụng như là IDE chính để phát triển phần mềm. Qt Creator cung cấp một bộ công cụ phát triển toàn diện, bao gồm trình soạn thảo mã nguồn, hỗ trợ debug, và hệ thống xây dựng dựa trên qmake và CMake. Nó cũng bao gồm một trình thiết kế giao diện người dùng đồ họa, cho phép các nhà phát triển dễ dàng tạo ra các ứng dụng có giao diện người dùng phong phú và tương tác.

II.2. Thiết kế phần mềm

- Giao diện chính:



Hình 1: Giao diện chính

-Giao diện tính toán mạch phối hợp trở kháng L:

L-Match
×

L-Match Impedance Matching Circuits

Frequency (MHz):

Source Resistance (Ohm):

Load Resistance (Ohm):

Circuit DC Current (Ohm):

DC Feed

Calculate

L (uH):

C (nF):

Q:

Hình 2: Giao diện tính toán mạch L

-Giao diện tính toán mạch phối hợp trở kháng T:

T-Match
×

T-Match Impedance Matching Circuits

Frequency (MHz):

Source Resistance (Ohm):

Load Resistance (Ohm):

Q Factor:

Circuit DC Current (Ohm):

DC Feed

Calculate

C (nF):

LS (nF):

LL (uH):

Hình 3: Giao diện tính toán mạch T

- Giao diện tính toán mạch phối hợp trở kháng Pi:

Pi_Match

×

Pi-Match Impedance Matching Circuits

Frequency (MHz):

Source Resistance (Ohm):

Load Resistance (Ohm):

Q Factor:

Circuit DC Current (Ohm):

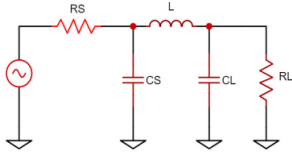
DC Feed

Calculate

L (uH):

CS (nF):

CL (nF):



Hình 4:Giao diện tính toán mạch Pi

KẾT LUẬN

Báo cáo thực hiện viết phần mềm tính toán phối hợp trở kháng. Kết quả đáp ứng được yêu cầu đề ra. Qua bài tập lớn này, em đã hiểu thêm về các loại mạch phối hợp trở kháng cũng như có thêm kiến thức về lập trình. Em cũng muốn gửi đến thầy giáo TS.Nguyễn Nam Phong lời cảm ơn bởi sự nhiệt tình trong giảng dạy và hướng dẫn rất cụ thể. Trong báo cáo còn nhiều sai sót mong thầy chỉ bảo thêm ạ. Em xin chân thành cảm ơn thầy !